



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 199 16 460 A 1

⑳ Aktenzeichen: 199 16 460.6
㉔ Anmeldetag: 12. 4. 1999
㉕ Offenlegungstag: 19. 10. 2000

㉑ Int. Cl.⁷:
C 07 D 401/04
C 07 D 403/04
C 07 D 235/18
A 61 K 31/415
// (C07D 401/04,
235:18,211:18)

DE 199 16 460 A 1

㉗ Anmelder:
BASF AG, 67063 Ludwigshafen, DE

㉘ Erfinder:
Lubisch, Wilfried, Dr., 69115 Heidelberg, DE; Kock,
Michael, Dr., 67105 Schifferstadt, DE; Höger,
Thomas, Dr., 68535 Edingen-Neckarhausen, DE

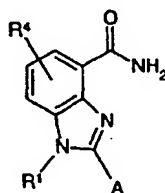
BEST AVAILABLE COPY

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

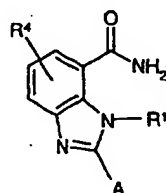
㉙ Substituierte Benzimidazole, deren Herstellung und Anwendung

㉚ Verbindungen der allgemeinen Formel Ia oder Ib

A einen gesättigten oder einfach ungesättigten heterozyklischen, 4- bis 8-gliedrigen Ring, der ein oder zwei...



Ia



Ib

worin.

R¹ Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₆-Alkyl, wobei ein C-Atom des Alkyl-Restes noch OR⁵ (wobei R⁵ Wasserstoff oder C₁-C₄-Alkyl bedeutet) oder eine Gruppe NR⁸R⁹, wobei R⁸ und R⁹ unabhängig voneinander Wasserstoff oder C₁-C₄-Alkyl bedeuten und NR⁸R⁹ zusammen ein zyklisches Amin mit 4 bis 8 Ringatomen sein kann, wobei der Ring noch ein Rest R⁶ tragen kann, der unabhängig von R² dieselbe Bedeutung wie R² annehmen kann und

R⁴ Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₆-Alkyl, Chlor, Brom, Fluor, Nitro, Cyano, NR⁸R⁹, NH-CO-R¹⁰, OR⁸, wobei R⁸ und R⁹ unabhängig voneinander Wasserstoff oder C₁-C₄-Alkyl bedeuten und NR⁸R⁹ zusammen ein zyklisches Amin mit 4 bis 8 Ringatomen sein kann, wobei der Ring noch einen Rest (verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₆-Alkyl, C₃-C₇-Cycloalk-C₁-C₄-Alkyl, CO-R⁴¹, COOR⁴¹ und Phenyl) tragen kann, und R¹⁰ Wasserstoff, C₁-C₄-Alkyl oder Phenyl bedeuten kann und R⁴¹ dieselben Bedeutungen wie R²¹ annehmen kann,

DE 199 16 460 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft neuartige Benzimidazole, ihre Herstellung und die Verwendung als Inhibitoren des Enzyms Poly(ADP-ribose)polymerase oder PARP (EC 2.4.2.30) zur Herstellung von Arzneimitteln.

- 5 Poly(ADP-ribose)polymerase (PARP) bzw. wie es auch genannt wird Poly(ADP-ribose)synthase (PARS) stellt ein regulatorisches Enzym dar, das in Zellkernen gefunden wird (K. Ikai et al., J. Histochem. Cytochem. 1983, 31, 1261-1264). Man nimmt an, daß PARP eine Rolle bei der Reparatur von DNA-Brüchen spielt (M. S. Satoh et al., Nature 1992, 356, 356-358). Schädigungen oder Brüche der DNA-Stränge aktivieren das Enzym PARP, das, wenn es aktiviert ist, die Übertragung von ADP-Ribose aus NAD katalysiert (S. Shaw, Adv. Radiat. Biol., 1984, 11, 1-69). Dabei wird Nikotinamid aus NAB freigesetzt. Nikotinamid wird unter Verbrauch des Energieträgers ATP von anderen Enzymen wieder in NAD umgewandelt. Eine Überaktivierung von PARP hätte dementsprechend einen unphysiologisch hohen Verbrauch von ATP zur Folge und dies führt im Extremfall zu Zellschädigungen und Zelltod.

- Es ist bekannt, daß Radikale wie Superoxid-Anion, NO und Wasserstoffperoxid in Zellen zu DNA-Schädigungen führen können und damit PARP aktivieren. Die Bildung von großen Mengen an Radikalen wird bei einer Reihe von pathologischen Zuständen beobachtet und man geht davon aus, daß diese Anhäufung von Radikalen zu den beobachteten Zell- bzw. Organschäden führen oder beitragen. Dazu zählt von zum Beispiel ischämische Zustände von Organen wie im Schlaganfall, Herzinfarkt (C. Thiernemann et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1997, 94, 679-683) oder Ischämie der Nieren, aber auch Reperfusionsschäden wie sie zum Beispiel nach der Lyse von Herzinfarkt auftreten (s. oben: C. Thiernemann et al.). Die Hemmung von dem Enzym PARP könnte demzufolge ein Mittel sein, um diese Schäden zum mindestens zum Teil zu verhindern oder abzumildern. PARP-Inhibitoren könnten somit ein neues Therapieprinzip zur Behandlung von einer Reihe von Krankheiten darstellen.

- Das Enzym PARP beeinflusst die Reparatur von DNA-Schäden und könnte somit auch in der Therapie von Krebs-Erkrankungen eine Rolle spielen, da in Kombination mit cytostatisch wirksamen Stoffen ein höheres Wirkpotential gegenüber Tumorgewebe beobachtet wurde (G. Chen et al. Cancer Chemo. Pharmacol. 1988, 22, 303).

- 25 Nicht limitierende Beispiele für Tumoren sind Leukämie, Glioblastome, Lymphome, Melanome, Mama- und Cervixkarzinome.

Zudem wurde gefunden, daß PARP-Inhibitoren immunosuppressive Wirkung zeigen können (D. Weltin et al. Int. J. Immunopharmacol. 1995, 17, 265-271).

- Es wurde ebenfalls entdeckt, daß PARP bei immunologischen Erkrankungen bzw. Krankheiten, in denen das Immunsystem eine wichtige Rolle spielt, wie zum Beispiel rheumatoide Arthritis und septischer Schock, involviert ist, und daß PARP-Inhibitoren einen günstigen Effekt auf den Krankheitsverlauf zeigen können (H. Kröger et al. Inflammation 1996, 20, 203-215; W. Ehrlich et al. Rheumatol. Int. 1995, 15, 171-172; C. Szabo et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA 1998, 95, 3867-3872; S. Cuzzocrea et al. Eur. J. Pharmacol. 1998, 342, 67-76).

- Unter PARP im Sinne dieser Erfindung werden auch Isoenzyme des oben beschriebenen PARP-Enzyms verstanden. Weiterhin zeigte der PARP-Inhibitor 3-Aminobenzamid protektive Effekte in einem Modell für den Kreislaufschock (S. Cuzzocrea et al., Br. J. Pharmacol. 1997, 121, 1065-1074).

Außerdem ist PARP bei Diabetes mellitus involviert (V. Burkhardt et al., Nature Medicine, 1999, 5314-19).

Benzimidazole sind vielfach beschrieben worden.

- Die Synthese von 2-Phenyl-benzimidazol-4-amiden, die am Amid-Rest noch eine substituierte Alkyl-Kette tragen, und die cytotoxische Wirkung haben sollen, sind in J. Med. Chem. 1990, 33, 814-819 aufgeführt. In WO 97/04 771 sind Benzimidazol-4-amide aufgeführt, die das PARS hemmen. Insbesondere sind Derivate dort als wirksam beschrieben, die einen Phenyl-Ring in 2-Stellung tragen, wobei der Phenyl-Ring noch mit einfachen Substituenten wie Nitro, Methoxy und CF₃, substituiert sein kann. Obwohl diese Substanzen zum Teil gute Hemmung des Enzyms PARP zeigen, haben die dort beschriebenen Derivate den Nachteil, daß sie nur gering oder keine Löslichkeit in wässrigen Lösungen zeigen und somit nicht als wässrige Lösung appliziert werden können.

- 45 Benzimidazole, die in 2-Stellung ein Piperidin-Ring tragen, sind ebenfalls bereits beschrieben worden. So sind in J. Het. Chem. 1987, 24, 31 Derivate als Antihistaminika hergestellt worden. In J. Het. Chem. 1995, 32, 707 und J. Het. Chem. 1989, 26, 541 sind analoge Verbindungen mit der gleichen Verwendung beschrieben worden. In EP 818454 sind 2-Piperidinylbenzimidazole als Antihistaminika und in WO 9736554 als Mittel gegen Hepatitis erwähnt. Ebenfalls in CA 80, 146143, Fr. 2103639 und in Khim. Geterotsikl. Soedin 1974, 1, 104, sind Derivate aufgeführt.

- Allerdings ist die Bedeutung von Substituenten am Phenylaromaten im Benzimidazolfragment nicht untersucht worden. Des weiteren sind solche Benzimidazole, die einen 4- bis 8-gliedrigen Heterozyklus, insbesondere einen Piperidin-Ring in 2-Stellung tragen, bisher nicht als PARP-Inhibitoren beschrieben worden.

- In der vorliegenden Anmeldung wird nun der überraschende Befund beschrieben, daß, wenn man ein Carbonsäureamid-Rest am Benzimidazol-Aromaten einführt, Benzimidazole erhält, die neuartige und gut wirksame PARP-Inhibitoren darstellen, sofern sie in 2-Stellung mit einem gesättigten Heterozyklus substituiert sind.

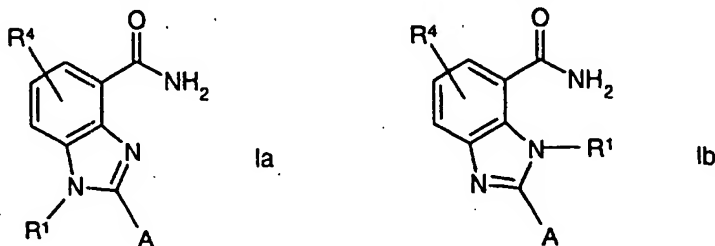
- In einer Reihe von Therapien wie Schlaganfall werden die Wirkstoffe intravenös als Infusionslösung appliziert. Dazu ist es notwendig Substanzen, hier PARP-Inhibitoren, zur Verfügung zu haben, die ausreichende Wasserlöslichkeit bei physiologischen pH-Werten oder angenäherten pH-Werten (z. B. pH-Werten von 5-8) aufweisen, so daß eine Infusionslösung hergestellt werden kann. Viele der beschriebenen PARP-Inhibitoren, insbesondere die besser wirksamen PARP-Inhibitoren, haben jedoch den Nachteil, daß sie nur geringe oder keine Wasserlöslichkeit bei diesen pH-Werten zeigen und somit nicht für eine intravenöse Applikation in Frage kommen. Derartige Wirkstoffe können nur mit Hilfsstoffen, die die Wasserlöslichkeit vermitteln sollen, appliziert werden (vgl. WO 97/04 771). Diese Hilfsstoffe, zum Beispiel Polyethylenglykol und Dimethylsulfoxid, verursachen häufig Nebeneffekte oder sind sogar unverträglich. Gut wirksame PARP-Inhibitoren mit ausreichender Wasserlöslichkeit sind bisher nicht beschrieben worden.

Es wurde überraschenderweise gefunden, daß Benzimidazole, die am Imidazol-Ring einen Piperidin-Ring tragen, gut wirksame Inhibitoren darstellen und die durch den Einbau des aliphatischen Amin-Restes eine Salzbildung mit Säuren ermöglichen, das dadurch eine deutlich verbesserte Wasserlöslichkeit zeigen und somit die Herstellung einer Infusions-

lösung ermöglicht.

In der vorliegenden Erfindung werden neue Benzimidazole-Derivate der allgemeinen Formel I beschrieben, die gegenüber den bereits beschriebenen Verbindungen Vorteile zeigen und potente PARP-Inhibitoren darstellen und zugleich auch ausreichende Wasserlöslichkeit zeigen. Wird von Verbindungen der Formel I gesprochen, werden darunter die Verbindungen der Formel Ia und Ib verstanden.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind substituierte Benzimidazole der allgemeinen Formel I:



worin

R^1 Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, wobei ein C-Atom des Alkyl-Restes noch OR^5 (wobei R^5 Wasserstoff oder C_1 - C_4 -Alkyl bedeutet) oder eine Gruppe NR^8R^9 , wobei R^8 und R^9 unabhängig voneinander Wasserstoff oder C_1 - C_4 -Alkyl bedeuten und NR^8R^9 zusammen ein zyklisches Amin mit 4 bis 8 Ringatomen sein kann, wobei der Ring noch ein Rest R^6 tragen kann, der unabhängig von R^2 dieselben Bedeutung wie R^2 annehmen kann und R^4 Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, Chlor, Brom, Fluor, Nitro, Cyano, NR^8R^9 , $NH-CO-R^{10}$, OR^8 , wobei R^8 und R^9 unabhängig voneinander Wasserstoff oder C_1 - C_4 -Alkyl bedeuten und NR^8R^9 zusammen ein zyklisches Amin mit 4 bis 8 Ringatomen sein kann, wobei der Ring noch einen Rest (verzweigtes und unverzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, C_3 - C_7 -Cycloalk- C_1 - C_4 -Alkyl, $CO-R^{41}$ und Phenyl) tragen kann, und R^{10} Wasserstoff, C_1 - C_4 -Alkyl oder Phenyl bedeuten kann und R^{41} dieselben Bedeutungen wie R^{21} annehmen kann, A einen gesättigten oder einfach ungesättigten heterozyklischen, 4- bis 8-gliedrigen Ring, der ein oder zwei Stickstoff-Atome enthält, wobei zusätzlich noch ein Sauerstoff- oder Schwefel-Atom eingebaut sein kann, der durch die Substituenten R^2 und R^3 substituiert ist, wobei R^2 Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, C_3 - C_7 -Cycloalk- C_1 - C_4 -Alkyl, $CO-R^{21}$, $COOR^{21}$ und Phenyl bedeuten kann, wobei R^{21} Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, C_3 - C_7 -Cycloalk- C_1 - C_4 -Alkyl, Phen- C_1 - C_4 -Alkyl, C_3 - C_7 -Cycloalkyl und Phenyl bedeuten kann, und der jeweilige Phenylring seinerseits noch mit 1, 2 oder 3 der folgenden Resten substituiert sein kann: Chlor, Fluor, Brom, Jod, verzweigtes und unverzweigtes C_1 - C_4 -Alkyl, Nitro, CF_3 , Cyano, NR^8R^9 , $NH-CO-R^{10}$, OR^8 , $COOR^{10}$, SO_2-C_1 - C_4 -Alkyl, SO_2Ph , SO_2NH , $NHSO_2-C_1$ - C_4 -Alkyl, $NHSO_2Ph$ und CF_3 , wobei R^8 und R^9 unabhängig voneinander Wasserstoff oder C_1 - C_4 -Alkyl bedeuten und NR^8R^9 zusammen ein zyklisches Amin mit 4 bis 8 Ringatomen sein kann, wobei der Ring noch ein Rest verzweigtes und unverzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, C_3 - C_7 -Cycloalk- C_1 - C_4 -Alkyl, $CO-R^{22}$, $COOR^{22}$ (mit R^{22} gleich Wasserstoff, verzweigtes oder unverzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, C_3 - C_7 -Cycloalk- C_1 - C_4 -Alkyl, Phen- C_1 - C_4 -Alkyl, C_3 - C_7 -Cycloalkyl und Phenyl) und Phenyl tragen kann, und R^{19} Wasserstoff, C_1 - C_4 -Alkyl oder Phenyl bedeuten, und R^3 Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, gegebenenfalls durch C_1 - C_6 -Alkyl substituiertes C_3 - C_7 -Cycloalk- C_1 - C_4 -Alkyl, gegebenenfalls durch C_1 - C_6 -Alkyl substituiertes C_3 - C_7 -Cycloalkyl, wobei ein C-Atom des Restes noch einen Phenyl-Ring tragen kann, der seinerseits noch mit 1, 2 oder 3 der folgenden Resten substituiert sein kann: Chlor, Fluor, Brom, Jod, verzweigtes und unverzweigtes C_1 - C_4 -Alkyl, Nitro, CF_3 , Cyano, NR^8R^9 , $NH-CO-R^{10}$, OR^8 , $COOR^{10}$, SO_2-C_1 - C_4 -Alkyl, SO_2Ph , SO_2NH , $NHSO_2-C_1$ - C_4 -Alkyl, $NHSO_2Ph$ und CF_3 , wobei R^8 und R^9 unabhängig voneinander Wasserstoff oder C_1 - C_4 -Alkyl bedeuten und NR^8R^9 zusammen ein zyklisches Amin mit 4 bis 8 Ringatomen sein kann, wobei der Ring noch ein Rest verzweigtes und unverzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, C_3 - C_7 -Cycloalk- C_1 - C_4 -Alkyl, $CO-R^{31}$, $COOR^{31}$ und Phenyl tragen kann, und R^{10} Wasserstoff, C_1 - C_4 -Alkyl oder Phenyl bedeuten, und R^{31} die selbe Bedeutung wie R^{21} annehmen kann, sowie ihre tautomeren Formen, möglichen enantiomeren und diastereomeren Formen, deren Prodrugs, sowie mögliche physiologisch verträgliche Salze.

Bevorzugt werden die Verbindungen der allgemeinen Formel I, worin R^1 Wasserstoff bedeutet.

Bevorzugt werden die Verbindungen der allgemeinen Formel I, worin R^2 Wasserstoff bedeutet.

Bevorzugt werden die Verbindungen der allgemeinen Formel I, worin R^4 Wasserstoff bedeutet.

Bevorzugt werden die Verbindungen der allgemeinen Formel I, worin R^3 an den Stickstoff von A gebunden ist.

Bevorzugt werden die Verbindungen der allgemeinen Formel I, worin R^3 Wasserstoff, C_1 - C_4 -Alkyl, Benzyl und Phenethyl bedeutet.

Besonders bevorzugt sind die Verbindungen der allgemeinen Formel I, worin R^1 , R^2 und R^4 Wasserstoff und A Piperidin, das mit der 4-Stellung am Benzimidazol gebunden ist, sind und R^3 Wasserstoff, C_1 - C_4 -Alkyl, Benzyl und Phenethyl bedeutet und in 1-Stellung am Piperidin-Ring gebunden ist.

Die jeweiligen Bedeutungen von R^5 bis R^{10} sind in den Resten R^1 bis R^4 unabhängig voneinander.

Die bevorzugte Bedeutung von NR^8R^9 als zyklisches Amin sind Piperidin, Pyrrolidin, Piperazin und Homopiperazin. Bevorzugterweise kann bei Piperazin und Homopiperazin der Ring noch ein Rest verzweigtes und unverzweigtes C_1 - C_6 -Alkyl, C_3 - C_7 -Cycloalk- C_1 - C_4 -Alkyl, $CO-R^7$ und Phenyl tragen.

Die bevorzugte Bedeutung von A ist Piperidin, Pyrrolidin, Piperazin, Morpholin oder Homopiperazin.

Besonders bevorzugt werden die Verbindungen der allgemeinen Formel I, worin A Piperazin oder Piperidin bedeutet.

Die Verbindungen der Formel I können als Racemate, als enantiomerenreine Verbindungen oder als Diastereomere eingesetzt werden. Werden enantiomerenreine Verbindungen gewünscht, kann man diese beispielsweise dadurch erhal-

ten, daß man mit einer geeigneten optisch aktiven Base oder Säure eine klassische Racematspaltung mit den Verbindungen der Formel I oder ihren Zwischenprodukten durchführt.

Die gesättigten oder einfach ungesättigten Zyklen A können als cis-Isomere, trans-Isomere oder deren Gemische vorliegen.

5 Gegenstand der Erfindung sind auch zu Verbindungen der Formel I mesomere oder tautomere Verbindungen.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung sind die physiologisch verträglichen Salze der Verbindungen I, die sich durch Umsatz von Verbindungen I mit einer geeigneten Säure oder Base erhalten lassen. Geeignete Säuren und Basen sind zum Beispiel in Fortschritte der Arzneimittelforschung, 1966, Birkhäuser Verlag, Bd. 10, S. 224–285, aufgelistet. Dazu zählen zum Beispiel Salzsäure, Citronensäure, Weinsäure, Milchsäure, Phosphorsäure, Methansulfonäure, Essigsäure,

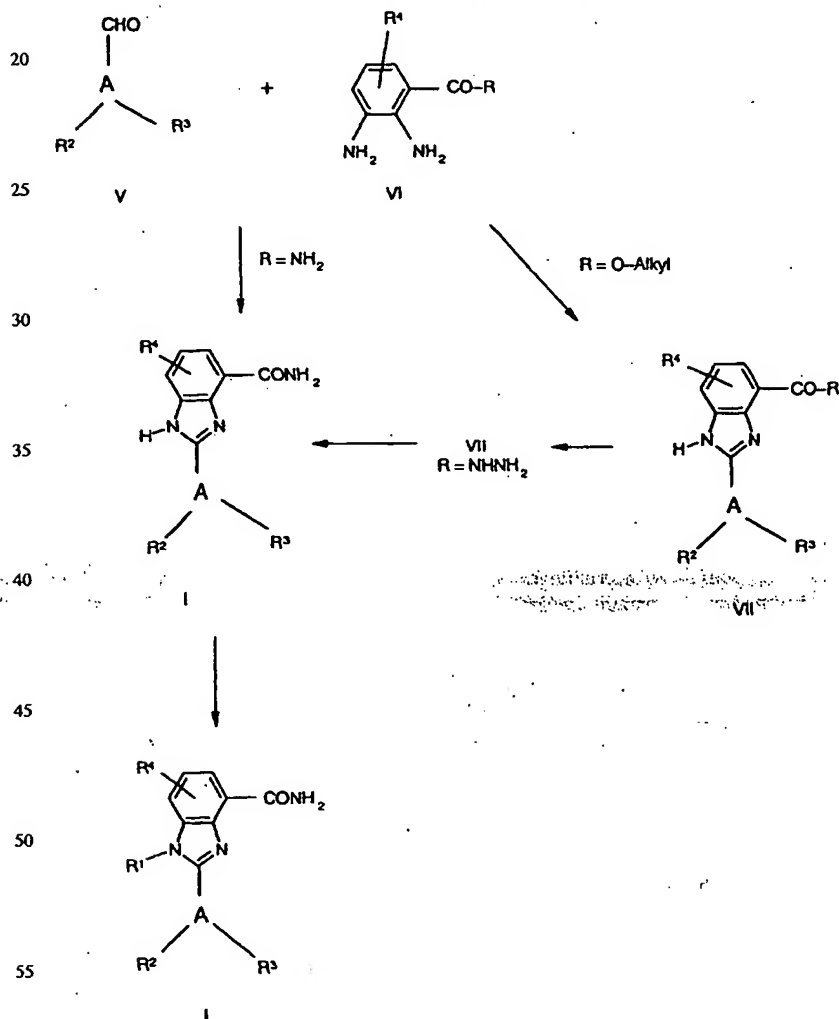
10 Ameisensäure, Maleinsäure, Fumarsäure usw. bzw. Natriumhydroxid, Lithiumhydroxid, Kaliumhydroxid und Tris.

Unter Prodrugs werden solche Verbindungen verstanden, die in vivo in Verbindungen der allgemeinen Formel I metabolisiert werden.

Typische Prodrugs sind Phosphate, Carbamate von Aminosäuren, Ester und andere.

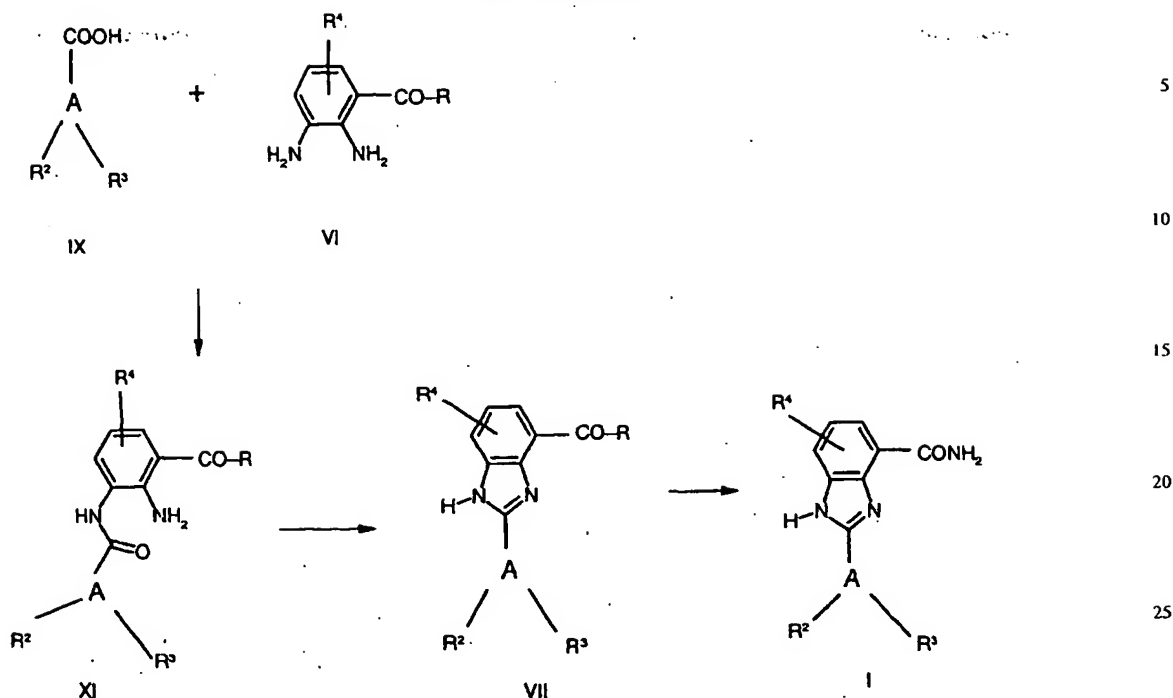
15 Die Herstellung der erfindungsgemäßen Benzimidazole I kann auf verschiedenen Wegen erfolgen, die im Syntheschema 1 skizziert wurde.

Syntheschema 1



Durch Kondensation des Aldehyds V mit Phenyldiaminen VI erhält man das Benzimidazol I bzw. VII, wobei man bevorzugt in polaren Lösungsmitteln wie Ethanol oder Dimethylformamid und Zusatz von Säuren wie Essigsäure bei erhöhter Temperatur arbeitet, in der Regel 80 bis 120°C. Günstig für die Reaktion ist der Zusatz von schwachen Oxidationsmitteln wie Kupfer-II-Salzen, die als wäßrige Lösung zugesetzt werden.

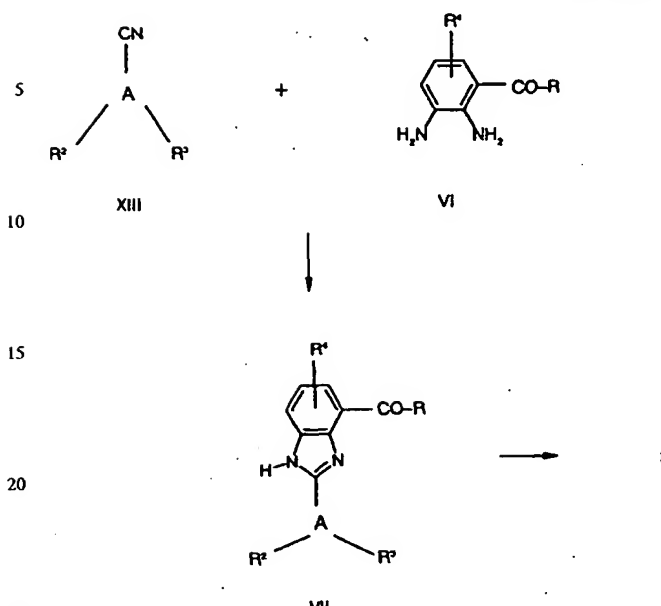
Syntheseschema 2



Wenn in dem Benzimidazol VII $R = \text{NH}_2$ ist, entstehen bei der Kondensation direkt erfindungsgemäße Verbindungen I. Ansonsten kann man, falls $R = \text{O-Alkyl}$ ist, diesen Ester mit Ammoniak, bei gegebenenfalls erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck, zum Amid I umsetzen. Alternativ kann man den Ester VII mit Hydrazin in polaren Lösungsmitteln wie die Alkohole Butanol und Ethanol oder auch Dimethylformamid, bei erhöhten Temperaturen, vorzugsweise 80 bis 130°C, umsetzen, wobei ein Hydrazid VII ($R = \text{NHNH}_2$) anfällt, das danach noch unter reduktiven Bedingungen, wie mit Raney-Nickel in Alkoholen unter Rückfluß, zum Amid I reduziert werden kann.

Eine Einführung des Restes R^1 am Benzimidazol-Rest in I ($R^1 = \text{H}$) gelingt unter üblichen Alkylierungsbedingungen. Dabei werden Benzimidazole I mit $R^1 - \text{L}$, wobei L eine Abgangsgruppe darstellt, unter Benutzung einer Base bei 25 bis 150°C gearbeitet, vornehmlich aber bei erhöhter Temperatur wie 60 bis 130°C, alkyliert, wobei das neue Produkt I mit $R^1 \neq \text{Wasserstoff}$ entsteht. Dabei wird in Lösungsmitteln wie zum Beispiel Dimethylformamid, Dimethylsulfoxid, Alkohole, z. B. Ethanol, Ketonen, z. B. Methyläthylketon, Aceton, aliphatischen Ethern, z. B. Tetrahydrofuran, und Kohlenwasserstoffen, z. B. Toluol, gearbeitet, wobei man auch Gemische einsetzen kann. Als Base können zum Beispiel Alkoholate, z. B. Natriumethanolat und Kalium-tert.-butanolat, Karbonate, z. B. Kaliumkarbonat, Hydride, z. B. Natriumhydrid, und Hydroxide, z. B. Natriumhydroxid und Kaliumhydroxid, eingesetzt werden. Zudem kann man auch verschiedene Kronenether wie 18-crown-6 in katalytischen Mengen zugeben. Weiterhin kann man unter Phasentransferbedingungen arbeiten (Methoden siehe R. C. Larock, Comprehensive Organic Transformations, 1989, S. 445f.). Als Abgangsgruppe L kann man Halogenide, z. B. Brom, Chlor und Jod, oder auch zum Beispiel Tolylsate oder Mesylate einsetzen.

Syntheseschema 3



Alternativ zu den im Schema 1 gezeigten Aldehyden V kann man auch Benzoesäuren wie IX (siehe Schema 2) oder Benzonitrile wie XIII (siehe Schema 3) anstelle des Benzaldehyds einsetzen. Die Herstellung dieser Derivate erfolgt analog zur Herstellung der substituierten Benzaldehyde V. Ausgehend von IX erfolgt die Kondensation zu VII in zwei Stufen. Zuerst wird die Benzoesäure XI mit dem Anilin VI in einer peptidartigen Kupplung zum Amid XII umgesetzt. Dabei arbeitet man nach üblichen Bedingungen, die zum Beispiel im Houben-Weyl, Methoden der Organischen Chemie, 4. Aufl., E5, Kap. V bzw. C. R. Larock, Comprehensive Organic Transformations, VCH Publisher, 1989, Seite 972f. aufgelistet sind. Der Ringschluß erfolgt zum Benzimidazol erfolgt danach bei erhöhter Temperatur, zum Beispiel 60 bis 180°C, mit oder ohne Lösungsmitteln wie Dimethylformamid, unter Zusatz von Säuren wie Essigsäure oder direkt in Essigsäure selbst.

Die Reaktion des Phenylendiamins VI mit einem Benzonitril XIII erfolgt ebenfalls unter üblichen Bedingungen. Dabei kann man in Lösungsmitteln wie Dimethylformamid unter Zusatz von Säuren bei erhöhter Temperatur wie 60 bis 200°C arbeiten. Allerdings kann man auch die üblichen Methoden zur Herstellung von Amidinen aus Benzonitrilen anwenden, wie sie in J. Amer. Chem. Soc. 1957, 427 und J. Org. Chem. 1987, 1017, beschrieben sind.

Die in der vorliegenden Erfindung enthaltenen substituierten Benzimidazole I stellen Inhibitoren des Enzyms Poly(ADP-ribose)polymerase oder PARP (EC 2.4.2.30) dar.

Die inhibitorische Wirkung der substituierten Benzimidazole I wurde mit einem in der Literatur bereits bekannten Enzymtest ermittelt, wobei als Wirkmaßstab ein K_i-Wert ermittelt wurde. Die Benzimidazole I wurden in dieser Weise auf Hemmwirkung des Enzyms Poly(ADP-ribose)polymerase oder PARP (EC 2.4.2.30) gemessen.

Die substituierten Benzimidazole der allgemeinen Formeln I stellen Inhibitoren der Poly(ADP-ribose)polymerase (PARP) bzw. wie es auch genannt wird Poly(ADP-ribose)synthase (PARS) dar und können somit zur Behandlung und Prophylaxe von Krankheiten, die mit einer erhöhten Enzymaktivität dieser Enzyme verbunden sind, dienen.

Die Verbindungen der Formeln I können zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Schädigungen nach Ischämien und zur Prophylaxe bei erwarteten Ischämien verschiedener Organe eingesetzt werden.

Die vorliegenden Benzimidazole der allgemeinen Formel I können danach zur Behandlung und Prophylaxe von neurodegenerativen Krankheiten, die nach Ischämie, Trauma (Schädel-Hirntrauma), Massenblutungen, Subarachnoidal-Blutungen und Stroke auftreten, und von neurodegenerativen Krankheiten wie multipler Infarkt-Dementia, Alzheimer Krankheit, Huntington Krankheit und von Epilepsien, insbesondere von generalisierten epileptischen Anfällen, wie zum Beispiel Petit mal und tonisch-clonische Anfälle und partiell epileptischen Anfällen, wie Temporal Lope, und komplex-partiellen Anfällen, und weiterhin zur Behandlung und Prophylaxe von Schädigungen des Herzens nach cardialen Ischämien und Schädigungen der Nieren nach renalen Ischämien, zum Beispiel der akuten Niereninsuffizienz, des akuten Nierenversagens oder von Schädigungen, die während und nach einer Nierentransplantation auftreten, dienen. Weiterhin können die Verbindungen der allgemeinen Formel I zur Behandlung des akuten Myocardinfarkts und Schädigungen, die während und nach dessen medikamentöser Lyse auftreten (zum Beispiel mit TPA, Reteplase, Streptokinase oder mechanisch mit einem Laser oder Rotablator) und von Mikroinfarkten während und nach Herzklappenersatz, Aneurysmenrektionen und Herztransplantationen dienen. Ebenfalls können die vorliegenden Benzimidazole I zur Behandlung einer Revascularisation kritisch verengter Koronararterien, zum Beispiel bei der PCTA und Bypass-Operationen, und kritisch verengter peripherer Arterien, zum Beispiel Beinarterien, dienen. Zudem können die Benzimidazole I bei der Chemotherapie von Tumoren und deren Metastasierung nützlich sein und zur Behandlung von Entzündungen und rheumatischen Erkrankungen, wie z. B. rheumatischer Arthritis dienen.

Die erfindungsgemäßen Arzneimittelzubereitungen enthalten neben den üblichen Arzneimittelhilfsstoffen eine therapeutisch wirksame Menge der Verbindungen I.

Für die lokale äußere Anwendung, zum Beispiel in Puder, Salben oder Sprays, können die Wirkstoffe in den üblichen Konzentrationen enthalten sein. In der Regel sind die Wirkstoffe in einer Menge von 0,001 bis 1 Gew.-%, vorzugsweise

0,001 bis 0,1 Gew.-% enthalten.

Bei der inneren Anwendung werden die Präparationen in Einzeldosen verabreicht. In einer Einzeldosis werden pro kg Körpergewicht 0,1 bis 100 mg gegeben. Die Zubereitung können täglich in einer oder mehreren Dosierungen je nach Art und Schwere der Erkrankungen verabreicht werden.

Entsprechend der gewünschten Applikationsart enthalten die erfindungsgemäßen Arzneimittelzubereitungen neben dem Wirkstoff die üblichen Trägerstoffe und Verdünnungsmittel. Für die lokale äußere Anwendung können pharmazeutisch-technische Hilfsstoffe, wie Ethanol, Isopropanol, oxethyliertes Ricinusöl, oxethyliertes Hydriertes Ricinusöl, Polyacrylsäure, Polyethylenglykol, Polyethylenglykostearyl, ethoxylierte Fettalkohole, Paraffinöl, Vaseline und Wollfett, verwendet werden. Für die innere Anwendung eignen sich zum Beispiel Milchezucker, Propylenglykol, Ethanol, Stärke, Talk und Polyvinylpyrrolidon.

Ferner können Antioxidationsmittel wie Tocopherol und butyliertes Hydroxyanisol sowie butyliertes Hydroxytoluol, geschmacksverbessernde Zusatzstoffe, Stabilisierungs-, Emulgier- und Gleitmittel enthalten sein.

Die neben dem Wirkstoff in der Zubereitung enthaltenen Stoffe sowie die bei der Herstellung der pharmazeutischen Zubereitungen verwendeten Stoffe sind toxikologisch unbedenklich und mit dem jeweiligen Wirkstoff verträglich. Die Herstellung der Arzneimittelzubereitungen erfolgt in üblicher Weise, zum Beispiel durch Vermischung des Wirkstoffes mit anderen üblichen Trägerstoffen und Verdünnungsmitteln.

Die Arzneimittelzubereitungen können in verschiedenen Applikationsweisen verabreicht werden, zum Beispiel peroral, parenteral wie intravenös durch Infusion, subkutan, intraperitoneal und topisch. So sind Zubereitungsformen wie Tabletten, Emulsionen, Infusions- und Injektionslösungen, Pasten, Salben, Gele, Cremes, Lotionen, Puder und Sprays möglich.

Außer den in den Beispielen genannten Substanzen sind folgende Verbindungen besonders bevorzugt und können gemäß den genannten Herstellungsvorschriften synthetisiert werden:

1. 2-(N(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
2. 2-(N-Methyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
3. 2-(N-iso-Propyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
4. 2-(N-Cyclohexyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
5. 2-(N-(trans-4-Propyl-cyclohex-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
6. 2-(N-Benzyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
7. 2-(N-(2-Phenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
8. 2-(N-(2(4-Fluorphenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
9. 2-(N-(2(4-Chlorphenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
10. 2-(N-(2(4-Bromphenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
11. 2-(N-(2(4-Iodphenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
12. 2-(N-(2(4-Nitrophenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
13. 2-(N-(2(4-Cyanphenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
14. 2-(N-(2(4-(Trifluormethyl)phenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
15. 2-(N-(2(4-Methylphenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
16. 2-(N-(2(4-Hydroxyphenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
17. 2-(N-(2(4-Methoxyphenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
18. 2-(N-(2(4-(N,N-Dimethylamino)phenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
19. 2-(N-(2(4-(N-Acetylamino)phenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
20. 2-(N-(2(4-(N-Phenylsulfonylamino)phenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
21. 2-(N-(2(4-(Phenylsulfonyl)phenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
22. 2-(N-(2(4-(Methoxycarbonyl)phenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
23. 2-(N-Acetyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
24. 2-(N-Propyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
25. 2-(N-iso-Propyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
26. 2-(N-Cyclohexyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
27. 2-(N-(trans-4-Propyl-cyclohex-1-yl)-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
28. 2-(N-Benzyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
29. 2-(N-(2-Phenyl)eth-1-yl)-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
30. 2-(N-(2(4-Chlorphenyl)eth-1-yl)-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
31. 2-Pyrrolidin-3-yl-benzimidazol-4-carbonsäureamid
32. 2-(N-Acetyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
33. 2-(N(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
34. 2-(N-Methyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
35. 2-(N-Propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
36. 2-(N-iso-Propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
37. 2-(N-Cyclohexyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
38. 2-(N-(trans-4-Propyl-cyclohex-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
39. 2-(N-Benzyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
40. 2-(N-(2-Phenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
41. 2-(N-(2(4-Chlorphenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
42. 2-(N-(2(4-Nitrophenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
43. 2-(N-(2(4-Cyanphenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
44. 2-(N-(2(4-(Trifluormethyl)phenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
45. 2-(N-(2(4-Methylphenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
46. 2-(N-(2(4-Hydroxyphenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid

47. 2-(N-(2(4-Methoxyphenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
48. 2-(N-(2(4-(N',N'-Dimethylamino)phenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
49. 2-(N-(2(4-(N'-Acetylamino)phenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
50. 2-(N-(2(4-(N'-Phenylsulfonylamino)phenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
51. 2-(N-(2(4-(Phenylsulfonyl)phenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
52. 2-(N-(2(4-(Methoxycarbonyl)phenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
53. 2-Pyrrolidin-2-yl-benzimidazol-4-carbonsäureamid
54. 2-Piperazin-4-yl-benzimidazol-4-carbonsäureamid
55. 2-(N-Acetyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
56. 2-(N-(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
57. 2-(N-Methyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
58. 2-(N-Propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
59. 2-(N-iso-Propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
60. 2-(N-Cyclohexyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
61. 2-(N-(trans-4-Propyl-cyclohex-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
62. 2-(N-Benzyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
63. 2-(N-(2-Phenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
64. 2-(N-(2(4-Fluorphenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
65. 2-(N-(2(4-Chlorphenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
66. 2-(N-(2(4-Bromphenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
67. 2-(N-(2(4-Iodphenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
68. 2-(N-(2(4-Nitrophenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
69. 2-(N-(2(4-Cyanphenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
70. 2-(N-(2(4-(Trifluormethyl)phenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
71. 2-(N-(2(4-Methylphenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
72. 2-(N-(2(4-Hydroxyphenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
73. 2-(N-(2(4-Methoxyphenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
74. 2-(N-(2(4-(N',N'-Dimethylamino)phenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
75. 2-(N-(2(4-(N'-Acetylamino)phenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
76. 2-(N-(2(4-(N'-Phenylsulfonylamino)phenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
77. 2-(N-(2(4-(Phenylsulfonyl)phenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
78. 2-(N-(2(4-(Methoxycarbonyl)phenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
79. 2-Homopiperazin-4-yl-benzimidazol-4-carbonsäureamid
80. 2-(N-Acetyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
81. 2-(N-(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
82. 2-(N-Methyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
83. 2-(N-Propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
84. 2-(N-iso-Propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
85. 2-(N-Cyclohexyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
86. 2-(N-(trans-4-Propyl-cyclohex-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
87. 2-(N-Benzyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
88. 2-(N-(2-Phenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
89. 2-(N-(2(4-Fluorphenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
90. 2-(N-(2(4-Chlorphenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
91. 2-(N-(2(4-Bromphenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
92. 2-(N-(2(4-Iodphenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
93. 2-(N-(2(4-Nitrophenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
94. 2-(N-(2(4-Cyanphenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
95. 2-(N-(2(4-(Trifluormethyl)phenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
96. 2-(N-(2(4-Methylphenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
97. 2-(N-(2(4-Hydroxyphenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
98. 2-(N-(2(4-Methoxyphenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
99. 2-(N-(2(4-(N',N'-Dimethylamino)phenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
100. 2-(N-(2(4-(N'-Acetylamino)phenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
101. 2-(N-(2(4-(N'-Phenylsulfonylamino)phenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
102. 2-(N-(2(4-(Phenylsulfonyl)phenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
103. 2-(N-(2(4-(Methoxycarbonyl)phenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
104. 1-Methyl-2-(piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
105. 2-(N-(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-piperidin-4-yl)-1-methyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid
106. 1-Methyl-2-(N-methyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
107. 1-Methyl-2-(N-iso-Propyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
108. 2-(N-Benzyl-piperidin-4-yl)-1-methyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid
109. 1-Methyl-2-(N-(2-phenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
110. 2-(N-(2(4-Chlorphenyl)eth-1-yl)-piperidin-4-yl)-1-methylbenzimidazol-4-carbonsäureamid
111. 2-(N-Acetyl-piperidin-3-yl)-1-methyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid
112. 1-Methyl-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
113. 2-(N-Acetyl-pyrrolidin-3-yl)-1-methylbenzimidazol-4-carbonsäureamid
114. 2-(N-(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-pyrrolidin-3-yl)-1-methylbenzimidazol-4-carbonsäureamid

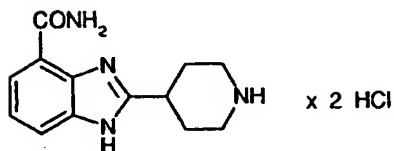
115. 1-Methyl-2-(N-methyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
116. 1-Methyl-2-(N-propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
117. 1-Methyl-2-(N-iso-propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
118. 2-(N-Benzyl-pyrrolidin-3-yl)-1-methyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
119. 1-Methyl-2-(N-(2-phenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	5
120. 2-(N-(2(4-Chlorphenyl)eth-1-yl)-pyrrolidin-3-yl)-1-methylbenzimidazol-4-carbonsäureamid	
121. 1-Methyl-2-(pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
122. 2-(N-Acetyl-pyrrolidin-2-yl)-1-methyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
123. 1-Methyl-2-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
124. 2-(N-Acetyl-piperazin-4-yl)-1-methyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid	10
125. 2-(N(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-piperazin-4-yl)-1-methyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
126. 1-Methyl-2-(N-methyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
127. 1-Methyl-2-(N-propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
128. 1-Methyl-2-(N-iso-propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
129. 2-(N-Benzyl-piperazin-4-yl)-1-methyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid	15
130. 1-Methyl-2-(N-(2-phenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
131. 2-(N-(2(4-Chlorphenyl)eth-1-yl)-piperazin-4-yl)-1-methylbenzimidazol-4-carbonsäureamid	
132. 2-(Homopiperazin-4-yl)-1-methyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
133. 2-(N-Acetyl-homopiperazin-4-yl)-1-methyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
134. 2-(N(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-homopiperazin-4-yl)-1-methylbenzimidazol-4-carbonsäureamid	20
135. 1-Methyl-2-(N-methyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
136. 1-Methyl-2-(N-propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
137. 1-Methyl-2-(N-iso-propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
138. 2-(N-Benzyl-homopiperazin-4-yl)-1-methyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
139. 1-Methyl-2-(N-(2-phenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	25
140. 2-(N-(2(4-Chlorphenyl)eth-1-yl)-homopiperazin-4-yl)-1-methylbenzimidazol-4-carbonsäureamid	
141. 1-Ethyl-2-(piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
142. 2-(Piperidin-4-yl)-1-iso-propyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
143. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
144. 1-(2-(Methoxy)eth-1-yl)-2-(piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	30
145. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
146. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
147. 1-(2-(Piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
148. 2-(Piperidin-4-yl)-1-(2-(pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
149. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	35
150. 1-Ethyl-2-(piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
151. 2-(Piperidin-3-yl)-1-iso-propyl-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
152. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
153. 1-(2-(Methoxy)eth-1-yl)-2-(piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
154. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	40
155. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
156. 1-(2-(Piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
157. 2-(Piperidin-3-yl)-1-(2-(pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
158. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
159. 1-Ethyl-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	45
160. 1-iso-Propyl-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
161. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
162. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
163. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
164. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	50
165. 1-(2-(Piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
166. 2-(Pyrrolidin-3-yl)-1-(2-(pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
167. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
168. 1-Ethyl-2-(pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
169. 1-iso-Propyl-2-(pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	55
170. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
171. 1-(2-(Methoxy)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
172. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
173. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
174. 1-(2-(Piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	60
175. 2-(Pyrrolidin-2-yl)-1-(2-(pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
176. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
177. 1-Ethyl-2-(piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
178. 1-iso-Propyl-2-(piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
179. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	65
180. 1-(2-(Methoxy)eth-1-yl)-2-(piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
181. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
182. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	

183. 2-(Piperazin-4-yl)-1-(2-(piperidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
184. 2-(Piperazin-4-yl)-1-(2-(pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
185. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
186. 1-Ethyl-2-(homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 5 187. 1-iso-Propyl-2-(homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
188. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
189. 1-(2-(Methoxy)eth-1-yl)-2-(homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
190. 1-(2-(phäno)eth-1-yl)-2-(homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
191. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 10 192. 2-(Homopiperazin-4-yl)-1-(2-(piperidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
193. 2-(Homopiperazin-4-yl)-1-(2-(pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
194. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
195. 1-Ethyl-2-(N-propyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
196. 1-iso-Propyl-2-(N-propyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 15 197. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
198. 1-(2-(Methoxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
199. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
200. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
201. 1-(2-(Piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 20 202. 2-(N-Propyl-piperidin-4-yl)-1-(2-(pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
203. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
204. 1-Ethyl-2-(N-propyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
205. 1-iso-Propyl-2-(N-propyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
206. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 25 207. 1-(2-(Methoxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
208. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
209. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
210. 1-(2-(Piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
211. 2-(N-Propyl-piperidin-3-yl)-1-(2-(pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 30 212. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
213. 1-Ethyl-2-(N-propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid 214. 1-iso-Propyl-2-(N-propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
215. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
216. 1-(2-(Methoxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 35 217. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
218. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
219. 1-(2-(Piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
220. 2-(N-Propyl-pyrrolidin-3-yl)-1-(2-(pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
221. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 40 222. 1-Ethyl-2-(N-propyl-pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
223. 1-iso-Propyl-2-(N-propyl-pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
224. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
225. 1-(2-(Methoxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
226. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 45 227. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
228. 1-(2-(Piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
229. 2-(Pyrrolidin-2-yl)-1-(2-(N-propyl-pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
230. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-pyrrolidin-2-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
231. 1-Ethyl-2-(N-propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 50 232. 1-iso-Propyl-2-(N-propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
233. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
234. 1-(2-(Methoxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
235. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
236. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 55 237. 1-(2-(Piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
238. 2-(N-Propyl-piperazin-4-yl)-1-(2-(pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
239. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
240. 1-Ethyl-2-(N-propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
241. 1-iso-Propyl-2-(N-propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 60 242. 1-(2-(Hydroxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
243. 1-(2-(Methoxy)eth-1-yl)-2-(N-propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
244. 1-(2-(Amino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
245. 1-(2-(N,N-Dimethylamino)eth-1-yl)-2-(N-propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
- 65 246. 1-(2-(Piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
247. 2-(N-propyl-Homopiperazin-4-yl)-1-(2-(pyrrolidin-1-yl)eth-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
248. 1-(2-(2-Ethyl-piperidin-1-yl)eth-1-yl)-2-(N-propyl-homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
249. 6-Chlor-2-(piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid
250. 6-Chlor-2-(piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid

251.6-Chlor-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
252.6-Chlor-2-(piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
253.6-Chlor-2-(homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
254.6-Ethyl-2-(piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
255.6-Ethyl-2-(piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	5
256.6-Ethyl-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
257.6-Ethyl-2-(piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
258.6-Ethyl-2-(homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
259.6-Amino-2-(piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
260.6-Amino-2-(piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	10
261.6-Amino-2-(pyrrolidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
262.6-Amino-2-(piperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
263.6-Amino-2-(homopiperazin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
264. 2-(Piperidin-4-yl)-6-(pyrrolidin-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
265. 2-(Piperidin-3-yl)-6-(pyrrolidin-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	15
266. 2-(Pyrrolidin-3-yl)-6-(pyrrolidin-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
267. 2-(Piperazin-4-yl)-6-(pyrrolidin-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
268. 2-(Homopiperazin-4-yl)-6-(pyrrolidin-1-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
269. 2-(3-Methyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
270. 2-(3-Cyclohexyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	20
271. 2-(2-Cyclohexyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
272. 2-(3-Phenyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
273. 2-(4-Phenyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
274. 2-(2-(Hydroxycarbonyl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
275. 2-(2-(Ethoxycarbonyl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	25
276. 2-(2-(Cyclohexyloxycarbonyl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
277. 2-(2-(Benzoyloxycarbonyl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	
278. 2-(2-(Phenylloxycarbonyl)-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid	

Beispiel 1

2(4(2-Piperidin-4-yl-benzimidazol-4-carbonsäureamid x 2 HCl



a) N(2-Amino-3-ethoxycarbonyl)-1-(tert.-butyloxycarbonyl)-piperidin-4-carbonsäureanilid

5,5 g (24 mMol) 1-(tert.-Butyloxycarbonyl)piperidin-4-carbonsäure und 4,3 g (24 mMol) 2,3-Diaminobenzoesäureethylester wurden mit 6,0 g (60 mMol) Triethylamin und 3,2 g (24 mMol) 1-Hydroxybenzotriazol in 100 ml wasserfreiem Tetrahydrofuran gelöst. Bei 0°C wurden anschließend 4,6 g (24 mMol) N'-(3-Dimethylaminopropyl)-N-ethylcarbodiimid zugegeben und alles für 1 h gerührt. Danach wurde noch für 24 h bei Raumtemperatur gerührt. Das Reaktionsgemisch wurde im Vakuum eingengt und der erhaltene Rückstand zwischen Essigester und wäßriger Natriumhydrogencarbonat-Lösung verteilt. Die Essigester-Phase wurde noch mit 5%iger wäßriger Zitronensäure-Lösung gewaschen, getrocknet und im Vakuum eingengt. Man erhielt 8,4 g des Produktes.

b) 2(2-(tert.-Butyloxycarbonyl)piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureethylester

8,1 g der Zwischenverbindung 1a wurden in 100 ml konzentrierter Essigsäure für 30 Minuten unter Rückfluß gekocht. Anschließend wurde alles im Vakuum eingengt und der Rückstand zwischen Essigester und Wasser verteilt. Die Essigester-Phase wurde noch mit wäßriger Natriumhydrogencarbonat-Lösung und Wasser gewaschen und anschließend im Vakuum eingengt. Man erhielt 4,6 g des Produktes.

c) 2-Piperidin-4-yl-benzimidazol-4-carbonsäureethylester x 2 HCl

3,7 g (9,9 mMol) der Zwischenverbindung 1b wurden in 50 ml 4M Lösung von Chlorwasserstoff in Dioxan gegeben und für 1 h bei Raumtemperatur gerührt. Anschließend wurde der Ansatz mit viel Ether verdünnt und der entstandene Niederschlag abgesaugt. Man erhielt 3,2 g des Produktes.

d) 2-Piperidin-4-yl-benzimidazol-4-carbonsäurehydrazid

2,7 g (7,8 mMol) der Zwischenverbindung 1c und 2,7 g (54 mMol) Hydrazin wurden in 30 ml n-Butanol für 15 h unter Rückfluß gekocht. Anschließend wurde alles im Vakuum eingengt und der erhaltene Rückstand zwischen Essigester und wäßriger Natriumhydrogencarbonat-Lösung verteilt. Die organische Phase wurde abgetrennt, getrocknet und im Va-

kuum eingeengt. Man erhielt 0,9 g des Produktes.

c) 2-Piperidin-4-yl-benzimidazol-4-carbonsäureamid \times 2 HCl

5 Zu 0,8 g (3,1 mMol) der Zwischenverbindung 1d in 20 ml Dimethylformamid wurden ca. 2,4 g Raney-Nickel in 20 ml Wasser gegeben und alles für 8 Stunden auf 100°C erwärmt. Anschließend wurde das Reaktionsgemisch filtriert. Der Rückstand wurde in Ethanol aufgenommen und ein Rohprodukt durch Zugabe von Ether gefällt. Der Niederschlag wurde in Isopropanol gelöst und mit einer Lösung von Chlorwasserstoff in Isopropanol versetzt. Der entstandene Niederschlag wurde abgesaugt. Man erhielt 0,52 g des Produktes.

10 $^1\text{H-NMR}$ ($\text{D}_6\text{-DMSO}$). δ = 1,8–2,3 (4H), 2,8–3,5 (5H), 7,2 (1H), 7,7 (1H), 7,8 (1H), 8,5 (breit) und 9,2 (breit) ppm.

Beispiel 2

2-Piperidin-4-yl-benzimidazol-4-carbonsäureamid

15

Das Beispiel wurde analog dem Beispiel 1 hergestellt.

$^1\text{H-NMR}$ ($\text{D}_6\text{-DMSO}$). δ = 1,7 (1H), 1,9–2,2 (4H), 2,75 (1H), 3,8 (1H), 7,2 (1H), 7,6 (1H), 7,8 (1H) und 9,3 (breit) ppm.

Beispiel 3

20

2-(N-Acetyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid

a) 2-(N-Acetyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäuremethylester

25 3,3 g (19,9 mMol) 2,3-Diaminobenzoesäuremethylester wurden in 100 ml Methanol gelöst und bei Raumtemperatur wurde eine Lösung aus 4,0 g (25,8 mMol) N-Acetyl-piperidin-4-aldehyd in 100 ml Methanol zugetropft. Alles wurde für ca. 10 Minuten bei Raumtemperatur gerührt. Danach wurden 5,2 g (25,8 mMol) Kupfer-II-Azetat, das in 100 ml Wasser gelöst wurde, zugetropft und alles für 30 Minuten unter Rückfluß gekocht. Nach dem Abkühlen gab man vorsichtig 25 ml konzentrierte Salzsäure zu und erwärmte erneut alles auf Rückfluß. Jetzt wurden 7,15 g (29,8 mMol) Natriumsulfid Nonahydrat, gelöst in 100 ml Wasser, hinzugegeben und alles für weitere 10 Minuten gekocht. Nach dem Abkühlen wurde die Reaktionslösung im Vakuum eingeengt. Der erhaltene Rückstand wurde in Wasser dispergiert und filtriert. Das Filtrat wurde mit wäßriger Natriumhydrogencarbonat-Lösung alkalisch gestellt und mehrmals mit Essigester extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen wurden noch mit Wasser gewaschen, getrocknet und im Vakuum eingeengt. Man erhielt 4,5 g des Produktes.

35

b) 2-(N-Acetyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäurehydrazid

4,3 g (14,9 mMol) des Zwischenproduktes 3a wurden mit 3,7 g (74,3 mMol) Hydrazin Hydrat in 100 ml Ethanol für 2,5 Stunden unter Rückfluß gekocht. Anschließend wurde alles im Vakuum eingeengt, wobei man ein Rohprodukt erhielt, das direkt im folgenden Reaktionsschritt eingesetzt wurde.

40

c) 2-(N-Acetyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid

45 Zu einem Gemisch aus 100 ml Dimethylformamid und 50 ml Wasser wurden 5 g Raney-Nickel gegeben. Bei Raumtemperatur wurden anschließend der Rückstand aus dem Reaktionsschritt 3b, gelöst mit Wasser, vorsichtig zugetropft, so daß die beobachtete Gasentwicklung kontrolliert werden kann. Danach wurde alles für 2 Stunden auf 100°C erwärmt. Nach dem Abkühlen wurde filtriert und das Filtrat im Vakuum eingeengt. Der erhaltene Rückstand wurde in wenig Methylenchlorid aufgenommen und durch vorsichtige Zugabe von Ether wurde das Produkt ausgefällt. Man erhielt 3,2 g des Produktes.

50 $^1\text{H-NMR}$ ($\text{D}_6\text{-DMSO}$). δ = 1,8–2,3 (4H), 2,8–3,5 (5H), 7,2 (1H), 7,7 (1H), 7,8 (1H), 8,5 (breit) und 9,2 (Breit) ppm.

Beispiel 4

2-(N-Propyl-piperidin-4-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid

55

0,25 g (1 mMol) des Produktes aus Beispiel 2, 59 mg (1 mMol) n-Propanal und 125 μL (2 mMol) Essigsäure wurden in 25 ml Ethanol gelöst. Danach wurden bei Raumtemperatur 64 mg (1 mMol) Natriumcyanoborhydrid zugefügt und alles für 16 Stunden gerührt. Die Reaktionslösung wurde im Vakuum eingeengt und der Rückstand zwischen Methylenchlorid und wäßriger Natriumhydrogencarbonat-Lösung verteilt. Die organische Phase wurde mit Wasser gewaschen, abgetrennt, getrocknet und im Vakuum eingeengt. Der erhaltene Rückstand wurde chromatographisch mit dem Fließmittel Essigester/Methanol = 4/1 gereinigt, wobei man 0,07 g des Produktes erhielt.

60 $^1\text{H-NMR}$ ($\text{D}_6\text{-DMSO}$). δ = 0,9 (3H), 1,5 (2H), 1,9 (2H), 2,3 (2H), 2,9 (2H), 3,3 (1H), 7,25 (1H), 7,6 (1H), 7,8 (1H), 9,3 (1H) und 12,8 (1H) ppm.

65

Beispiel 5

2-Piperidin-3-yl-benzimidazol-4-carbonsäureamid $\times 2 \text{ HCl}$

1,3 g (3,8 mMol) des Produktes aus Beispiel 6 wurden in 20 ml Isopropanol gelöst und mit 50 ml isopropanolische Hydrochlorid-Lösung versetzt. Alles wurde für 1 Stunde bei Raumtemperatur gerührt. Der entstandene Niederschlag wurde abgesaugt, wobei man 1,1 g des Produktes erhielt.

$^1\text{H-NMR}$ ($\text{D}_6\text{-DMSO}$). $\delta = 1.95\text{--}2.3(3\text{H})$, $2.45(1\text{H})$, $3.2(1\text{H})$, $3.5(1\text{H})$, $3.9(1\text{H})$, $7.6(1\text{H})$ und $7.95(2\text{H})\text{ppm}$.

Beispiel 6

2-(N(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid

a) 2-Amino-3-(N(O-tert.-butyloxycarbonyl)-piperidin-3-yl)amidobenzoesäureethylester

4 g (17,4 mMol) N(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-piperidin-3-carbonsäure und 4,8 ml (34,9 mMol) Triethylamin wurden in 100 ml wasserfreiem Tetrahydrofuran gelöst. Bei -10°C wurden anschließend 1,7 ml (17,4 mMol) Chlorameisensäureethylester, gelöst in 10 ml wasserfreiem Tetrahydrofuran, zugegeben. Alles wurde noch für 1 h bei 0°C gerührt. Danach wurden wieder bei -10°C 2,9 g (17,4 mMol) 2,3-Diaminobenzoesäuremethylester zugefügt und alles für 12 h bei Raumtemperatur gerührt. Die Reaktionslösung wurde im Vakuum eingedunstet und der erhaltene Rückstand zwischen Essigester und Wasser verteilt. Die organische Phase wurde noch mit wäßriger Natriumhydrogencarbonat-Lösung und Wasser gewaschen, getrocknet und im Vakuum eingedunstet. Man erhielt 5,5 g des Produktes.

b) 2-(N(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäuremethylester

5,4 g (14,3 mMol) des Produktes aus 6a wurden in 100 ml Essigsäure für 75 Minuten unter Rückfluß gekocht. Nach dem Abkühlen wurde alles im Vakuum eingedunstet und der anfallende Rückstand chromatographisch mit dem Fließmittel Essigester/Heptan = 1/1 gereinigt. Man erhielt 2,7 g des Produktes.

c) 2-(N(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäurehydrazid

2,3 g (6,4 mMol) des Produktes aus 6b wurden mit 1,6 g (32 mMol) Hydrazin Hydrat in 20 ml Ethanol für 2,5 Stunden unter Rückfluß gekocht. Nach dem Abkühlen wurde alles im Vakuum eingedunstet. Der Rückstand wurde mit Wasser behandelt, wobei ein Niederschlag anfällt, der abgesaugt und getrocknet wurde. Man erhielt 1,6 g des Produktes.

d) 2-(N(O-tert.-Butyloxycarbonyl)-piperidin-3-yl)-benzimidazol-4-carbonsäureamid

1,6 g des Produktes aus 6c wurden analog der Vorschrift aus 3c umgesetzt. Man erhielt 1,3 g des Produktes. $^1\text{H-NMR}$ ($\text{D}_6\text{-DMSO}$). $\delta = 1.4(1\text{H})$, $1.5(1\text{H})$, $2.9(1\text{H})$, $3.1(1\text{H})$, $3.9(1\text{H})$, $4.2(1\text{H})$, $7.3(1\text{H})$, $7.7(1\text{H})$, $7.8(1\text{H})$, $9.1(\text{breit})$ und ca. 13 (breit)ppm.

Beispiel A

Hemmung des Enzyms Poly(ADP-ribose)polymerase oder PARP (EC 2.4.2.30)

Eine 96 well Mikrotiterplatte (Falcon) wird mit Histonen (Type II-AS; SIGMA H7755) beschichtet. Histone werden dazu in Carbonat-Puffer (0,05 M NaHCO_3 ; pH 9,4) zu einer Konzentration von 50 $\mu\text{g/ml}$ gelöst. Die einzelnen Wells der Mikrotiterplatte werden über Nacht mit je 100 μl dieser Histon Lösung inkubiert. Anschließend wird die Histon Lösung entfernt und die einzelnen Wells mit 200 μl einer 1%igen BSA (Bovine Serum Albumine) Lösung in Carbonat-Puffer für 2 Stunden bei Raumtemperatur inkubiert. Anschließend wird dreimal mit Waschlösung (0,05% Tween10 in PBS) gewaschen. Für die Enzymreaktion werden je Well 50 μl der Enzymreaktionslösung (5 μl Reaktions-Puffer (1M Tris-HCl pH 8,0, 100 mM MgCl_2 , 10 mM DTT), 0,5 μl PARP ($c = 0,22 \mu\text{g}/\mu\text{l}$), 4 μl aktivierte DNA (SIGMA D-4522, 1 mg/ml in Wasser), 40,5 μl H_2O) mit 10 μl einer Inhibitorlösung für 10 Minuten vorinkubiert. Die Enzymreaktion wird durch Zugabe von 40 μl einer Substratlösung (4 μl Reaktion-Puffer (s.o.), 8 μl NAD-Lösung (100 μM in H_2O), 28 μl H_2O) gestartet. Reaktionszeit ist 20 Minuten bei Raumtemperatur. Die Reaktion wird durch dreimaliges Waschen mit Waschlösung (s.o.) gestoppt. Anschließend folgt eine einstündige Inkubation bei Raumtemperatur mit einem spezifischen Anti-Poly-ADP-Ribose Antikörper durchgeführt. Als Antikörper wurden ein monoklonaler anti-Poly-(ADP-ribose) Antikörper "10H" (Biomol SA-276) verwendet.

Die Antikörper wurden in einer 1 : 5000 Verdünnung in Antikörper-Puffer (1% BSA in PBS; 0,05% Tween20) eingesetzt. Nach dreimaligem Waschen mit Waschlösung folgt eine einstündige Inkubation bei Raumtemperatur mit dem sekundären Antikörper. Hier wurden für den monoklonalen Antikörper ein anti-Maus-IgG gekoppelt mit Peroxidase (Boehringer Mannheim) und für den Kaninchen Antikörper ein anti-Rabbit-IgG gekoppelt mit Peroxidase (SIGMA A-6154) jeweils in einer 1 : 10000 Verdünnung in Antikörperpuffer verwendet. Nach dreimaligem Waschen mit Waschlösung erfolgt die Farbreaktion unter Verwendung von 100 μl /Well Farbreagenz (SIGMA, TMB-Fertigmix, T8540) für ca. 15 min. bei Raumtemperatur. Die Farbreaktion wird durch Zugabe von 100 μl 2M H_2SO_4 gestoppt. Danach wird sofort gemessen (450 gegen 620 nm; ELISA Platten Lesegerät "Easy Reader" EAR340AT, SLT-Lab Instruments, Österreich. Aus den Inhibitionskurven bei verschiedenen Substratkonzentrationen kann man auf übliche Weise den K_i bestimmen.

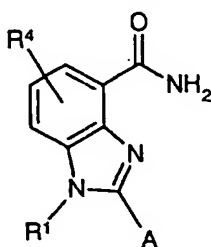
Beispiel B

Bestimmung des Wasserlöslichkeit

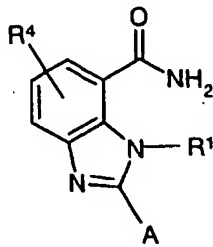
Eine zu messende Verbindung wird direkt in einem festgelegten Volumen Wasser gelöst und die entstandene Lösung mit einer Natriumacetat-Lösung auf pH 5 bis 6 eingestellt, so daß die zu prüfende Konzentration des Wirkstoffs erreicht wird. Falls die Meßsubstanz nicht als wasserlösliches Salz vorliegt, wurde diese in möglichst wenig Dimethylsulfoxid gelöst und anschließend mit Wasser verdünnt (Endkonzentration an Dimethylsulfoxid $\leq 1\%$), wonach auch hier der pH-Wert noch eingestellt wurde. Das erfindungsgemäße Beispiel 1 zeigt hier eine Löslichkeit $> 0,5\%$ aufweist.

Patentansprüche

1. Verbindungen der allgemeinen Formel 1a oder 1b



1a



1b

worin

R¹ Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₆-Alkyl, wobei ein C-Atom des Alkyl-Restes noch OR⁵ (wobei R⁵ Wasserstoff oder C₁-C₄-Alkyl bedeutet) oder eine Gruppe NR⁸R⁹, wobei R⁸ und R⁹ unabhängig voneinander Wasserstoff oder C₁-C₄-Alkyl bedeuten und NR⁸R⁹ zusammen ein zyklisches Amin mit 4 bis 8 Ringatomen sein kann, wobei der Ring noch ein Rest R⁶ tragen kann, der unabhängig von R² dieselben Bedeutung wie R² annehmen kann und

R⁴ Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₆-Alkyl, Chlor, Brom, Fluor, Nitro, Cyano, NR⁸R⁹, NH-CO-R¹⁰, OR⁸, wobei R⁸ und R⁹ unabhängig voneinander Wasserstoff oder C₁-C₄-Alkyl bedeuten und NR⁸R⁹ zusammen ein zyklisches Amin mit 4 bis 8 Ringatomen sein kann, wobei der Ring noch einen Rest (verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₆-Alkyl, C₃-C₇-Cycloalk-C₁-C₄-Alkyl, CO-R⁴¹, COOR⁴¹ und Phenyl) tragen kann, und R¹⁰ Wasserstoff, C₁-C₄-Alkyl oder Phenyl bedeuten kann und R⁴¹ dieselben Bedeutungen wie R²¹ annehmen kann,

A einen gesättigten oder einfach ungesättigten heterozyklischen, 4- bis 8-gliedrigen Ring, der ein oder zwei Stickstoff-Atome enthält, wobei zusätzlich noch ein Sauerstoff- oder Schwefel-Atom eingebaut sein kann, der durch die Substituenten R² und R³ substituiert ist, wobei

R² Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₆-Alkyl, C₃-C₇-Cycloalk-C₁-C₄-Alkyl, CO-R²¹, COOR²¹ und Phenyl bedeuten kann, wobei R²¹ Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₆-Alkyl, C₃-C₇-Cycloalk-C₁-C₄-Alkyl, Phen-C₁-C₄-Alkyl, C₃-C₇-Cycloalkyl und Phenyl bedeuten kann; und der jeweilige Phenylring seinerseits noch mit 1, 2 oder 3 der folgenden Resten substituiert sein kann: Chlor, Fluor, Brom, Jod, verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₄-Alkyl, Nitro, CF₃, Cyano, NR⁸R⁹, NH-CO-R¹⁰, OR⁸, COOR¹⁰, SO₂-C₁-C₄-Alkyl, SO₂Ph, SO₂NH, NHSO₂-C₁-C₄-Alkyl, NHSO₂Ph und CF₃, wobei R⁸ und R⁹ unabhängig voneinander Wasserstoff oder C₁-C₄-Alkyl bedeuten und NR⁸R⁹ zusammen ein zyklisches Amin mit 4 bis 8 Ringatomen sein kann, wobei der Ring noch ein Rest verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₆-Alkyl, C₃-C₇-Cycloalk-C₁-C₄-Alkyl, CO-R²², COOR²² (mit R²² gleich Wasserstoff, verzweigtes oder unverzweigtes C₁-C₆-Alkyl, C₃-C₇-Cycloalk-C₁-C₄-Alkyl, Phen-C₁-C₄-Alkyl, C₃-C₇-Cycloalkyl und Phenyl) und Phenyl tragen kann, und R¹⁰ Wasserstoff, C₁-C₄-Alkyl oder Phenyl bedeuten, und

R³ Wasserstoff, verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₆-Alkyl, gegebenenfalls durch C₁-C₆-Alkyl substituiertes C₃-C₇-Cycloalk-C₁-C₄-Alkyl, gegebenenfalls durch C₁-C₆-Alkyl substituiertes C₃-C₇-Cycloalkyl, wobei ein C-Atom des Restes noch einen Phenyl-Ring tragen kann, der seinerseits noch mit 1, 2 oder 3 der folgenden Resten substituiert sein kann: Chlor, Fluor, Brom, Jod, verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₄-Alkyl, Nitro, CF₃, Cyano, NR⁸R⁹, NH-CO-R¹⁰, OR⁸, COOR¹⁰, SO₂-C₁-C₄-Alkyl, SO₂Ph, SO₂NH, NHSO₂-C₁-C₄-Alkyl, NHSO₂Ph und CF₃, wobei R⁸ und R⁹ unabhängig voneinander Wasserstoff oder C₁-C₄-Alkyl bedeuten und NR⁸R⁹ zusammen ein zyklisches Amin mit 4 bis 8 Ringatomen sein kann, wobei der Ring noch ein Rest verzweigtes und unverzweigtes C₁-C₄-Alkyl, C₃-C₇-Cycloalk-C₁-C₄-Alkyl, CO-R³¹, COOR³¹ und Phenyl tragen kann, und R¹⁰ Wasserstoff, C₁-C₄-Alkyl oder Phenyl bedeuten, und R³¹ die selbe Bedeutung wie R²¹ annehmen kann,

sowie ihre tautomeren Formen, möglichen enantiomeren und diastereomeren Formen, deren Prodrugs, sowie mögliche physiologisch verträgliche Salze.

2. Verbindungen nach Anspruch 1, wobei R¹, R² und R⁴ Wasserstoff darstellen und A Piperidin, Pyrrolidin, PIPERAZIN, Morpholin oder Homopiperazin ist und R³ an den Stickstoff von A gebunden ist.

3. Verbindungen nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei A Piperidin, das mit der 4-Stellung am Benzimidazol gebunden ist und R³ Wasserstoff, C₁-C₄-Alkyl, Benzyl und Phenylethyl sein kann und in 1-Stellung am Piperidin-Ring steht, bedeuten.

4. Arzneimittel enthaltend neben den üblichen Träger und Hilfsstoffen eine Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 3.

5. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln.

teln zur Behandlung von Krankheiten, bei denen pathologisch erhöhte Aktivitäten von PARP auftreten.

6. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von neurodegenerativen Krankheiten und neuronalen Schädigungen.

7. Verwendung nach Anspruch 6 zur Behandlung von solchen neurodegenerativen Krankheiten und neuronalen Schädigungen, die durch Ischämie, Trauma oder Massenblutungen ausgelöst werden.

8. Verwendung nach Anspruch 6 zur Behandlung des Schlaganfalls und des Schädel-Hirntraumas.

9. Verwendung nach Anspruch 6 zur Behandlung der Alzheimerschen Krankheit der Parkinsonsche Krankheit und der Huntington-Krankheit.

10. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung oder Prophylaxe von Schädigungen durch Ischämien.

11. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Epilepsien, insbesondere von generalisierten epileptischen Anfällen, wie zum Beispiel Petit mal und tonisch-clonische Anfälle und partiell epileptischen Anfällen, wie Temporal Lobe, und komplex-partiellen Anfällen.

12. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Schädigungen der Nieren nach renalen Ischämien und zur Behandlung während und nach Nierentransplantationen.

13. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Schädigungen des Herzens nach cardialen Ischämien.

14. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Mikroinfarkten wie zum Beispiel während und nach Herzklappenersatz, Aneurysmenresektionen und Herztransplantationen.

15. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung bei einer Revascularisation kritischer verengter Koronararterien wie zum Beispiel bei PTCA und Bypass-Operationen oder kritisch verengter peripherer Arterien, insbesondere Beinarterien.

16. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung des akuten Myocardinfarktes und von Schädigungen während und nach dessen medikamentöser oder mechanischer Lyse.

17. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Tumoren und deren Metastasierung.

18. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Sepsis und des septischen Schocks.

19. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von immunologischen Krankheiten wie Entzündungen und rheumatische Erkrankungen, wie zum Beispiel rheumatoide Arthritis.

20. Verwendung von Verbindungen der Formel I nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Diabetes.

- Leerseite -